

호르몬 모델에 기반한 안드로이드의 감정모델

Emotional Model for an Android based on Hormone Model

이 동 옥[†], 이 태 근¹, 정 준 영², 소 병 록¹, 손 응 희¹, 백 문 홍¹, 김 홍 석¹, 이 호 길¹

Dong-Wook Lee[†], Tae-Geun Lee¹, Jun-Young Jung², Byung-Rok So¹,
Woong-Hee Shon¹, Moon-Hong Baeg¹, Hong-Seok Kim¹, Ho-Gil Lee¹

Abstract This paper proposes an emotional interaction model between human and robot using an android. An android is a sort of humanoid robot that the outward shape of robot is almost the same as that of human. The android is a robot platform to implement and test emotional expressions and human interaction. In order to behave for the android like human, a structure of internal emotion system is very important. In our research, we propose a novel emotional model of android based on biological hormone and emotion space. Proposed emotion model has an advantage that it can represent emotion change as time by hormone dynamics.

Keywords: Android, Emotion model, Emotion space, Hormone

1. 서 론

안드로이드는 인간과 외형뿐만 아니라 행동까지도 유사한 로봇을 말한다. 안드로이드는 인간에 대하여 감정 친화성이 매우 높으며, 인간을 위해 설계된 인프라에 거부감 없이 적용할 수 있다. 또한 사용자인 인간의 직관적 이해에 기반을 두어 인간을 위한 서비스의 효율을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 인간의 모든 행동을 따라할 수 있기 때문에 감성이 요구되는 개인서비스용 로봇 및 예술, 문화 콘텐츠 구현로봇으로서 활용이 기대된다. 최초의 전신형 안드로이드인 일본 오사카 대학의 Replee Q-1는 Kokoro사의 Actroid 시리즈로 개발되어 전시장안내와 퍼포먼스로봇으로 전시장 등에서 활용되고 있으며 국내의 EveR-1 또한 전시회장에서 사회나 안내 등의 역할을 하고 있다. 한편 미국 Hanson robotics사에서는 인간의 얼굴만 구현한 얼굴로봇이 개발되고 있다¹⁾³⁾.

감정을 이해하고 표현하는 로봇에 대한 연구는 주로 인간형 로봇(안드로이드, 휴머노이드 타입 로봇)이나 애완용 동물을 모방한 로봇 등에서 연구되고 있다. 그 이유는 인간의 인지시스템은 인간이 살아온 환경에서 인간이나 인간과 함께 생활한 동물들과 감정 상호작용을 할 수 있도록 발달되었기 때문이다. 인간은 다른 사람의 미세한 감정의 표현을 인식할 수 있는 능력을 가지고 있으며 특히 얼굴로부터

는 400여 가지 미세한 표정을 읽을 수 있다고 알려져 있다. 따라서 인간과 감정 상호작용하는 로봇에 대한 연구도 인간의 인지시스템을 이용하는 방법으로 진행되고 있다. 이러한 방법의 대표적인 방법은, 로봇이 인간과 유사한 감정 시스템을 갖도록 하는 것이다.

로봇의 감정연구의 예로 Breazeal의 Kismet과 Miwa의 WE4 등은 인간의 심리학적 모델에 기반한 로봇의 내부감정 모델을 구축하는 것에 초점을 두고 있다⁴⁾⁵⁾. 구체적으로 Kismet은 유아와 부모 관계에서 유아의 충동, 감정, 얼굴 표정이 의사소통에 중요한 역할을 하는 원리를 이용하였다⁴⁾. WE4는 내/외부 자극이 정신 역학에 중요한 원인을 제공한다는 측면을 고려하여 Learning System, Mood Vector, Second Order Equations of Emotion, Need Model들을 적용하였다⁵⁾. 두 연구는 특정시간의 감정 상태를 감정공간상에 나타낼 수 있으나 시간이 흐름에 따라 변화하는 감정을 나타낼 수 없는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 안드로이드를 이용하여 인간과 유사한 로봇의 감정시스템을 구축하여 인간과 로봇의 상호작용 시스템을 구현하는 것을 목표로 한다. 본 논문에서 제안한 안드로이드의 감정시스템은 인간의 심리학 및 생리학 지식에 기반을 둔 시스템이다. 호르몬(감정관련 호르몬)은 감정을 나타내고, 변화시키며, 지속시키는 생체물질로 시간에 따른 감정의 변화를 모델링하는데 적합하다⁶⁾. Breazeal과 Miwa의 모델이 심리학적 지식에 기반한 감정공간만을 모델링하였다면 제안한 모델은 감정공간과 함께 생리학적 호르몬의 동적변화를 이용해 시간에 따라 변화하는 감정을

[†] 교신저자 : 한국생산기술연구원 로봇기술본부

¹ 한국생산기술연구원 로봇기술본부

² 과학기술연합대학원대학교 석사과정

표현하도록 하였다.

2장에서는 심리학에 기반한 기존의 감정공간모델에 대하여 설명한다. 3장에서는 제안한 방법을 적용할 로봇플랫폼인 EveR-2를 소개하고 4장에서는 본 논문에서 제안한 호르몬 모델 및 감정공간에 기반한 안드로이드의 감정모델을 제안한다. 마지막으로, 결론에서는 제안한 감정시스템에 대해서 정리하고 차후 연구 개발방향을 제시한다.

2. 감정공간모델

인간의 감정 정보처리에 대한 자세한 메커니즘이 아직 완전히 밝혀지지 않았지만 심리학자들에 의해 몇몇 감정 모델들이 제안되고 있다. Breazeal 및 Miwa는 감정을 나타내는 요소를 3개의 차원으로 분류한 감정공간 모델을 제안하였다^{[1][2]}. 감정공간은 감정을 3차원 공간상에 연속적인 값으로 표현할 수 있어 각 축의 값의 변화에 따라 다양하게 변화하는 감정을 표현할 수 있다. Breazeal의 모델은 얼굴로봇인 Kismet에 적용되어 로봇의 사회성을 연구에 적용되었고 Waseda 대학의 Miwa는 휴머노이드 로봇 WE4(Waseda Eye 4)에 적용할 3차원 감정공간모델을 제안하였다. 한편 KAIST의 이희승 등은 마스크형 로봇의 얼굴 정서표정공간을 제안하여 놀람, 슬픔, 혐오 3개의 표정을 축으로한 3차원 공간모델을 제안하였다^[7]. 본 모델은 각 축이 의미하는 바를 임의로 정한 것이 아니라 표정벡터의 분석에 의해 3가지 감정이 축으로 자동결정 됨으로써 표정으로부터 인간의 내부상태를 모델링 했다는데 의미가 있다.

연세대의 한재현 등은 내부 감정상태를 나타내는데 크게 역할을 하지 않는 축을 제거하고 쾌-불쾌 및 각성-수면의 두 축을 사용해 인간의 다양한 감정을 표현할 수 있음 제안하고 3D 얼굴표정 합성시스템을 이용해 그 유효성을 입증하였다^[8]. 그림 1은 쾌-각성에 기반한 2차원 감정공간을 나타낸다. 실제로 Kismet의 감정공간의 Stance 및 WE4의 Certainty 축은 모든 감정에 그 영향이 작아 실제로 본 모델에서는 2차원만으로 모든 감정을 표현할 수 있었다.

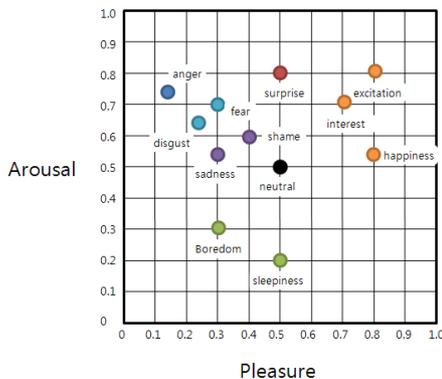


그림 1. 쾌-각성 기반 2차원 감정공간

3. 안드로이드 플랫폼

본 연구에서 인간과 로봇의 감정 상호작용을 위한 플랫폼으로 그림2와 같은 안드로이드 ‘EveR-2’를 개발하였다. EveR-2는 상체만 구현된 EveR-1의 후속모델로 전신형 안드로이드이다. EveR-2의 이름은 최초의 여성인 Eve와 Robot의 R자를 합성해 지었으며 최초의 여성 안드로이드 로봇을 의미한다.

EveR-2는 키 170cm 무게 약 60Kg 이며 얼굴에 18축, 상체 25축, 하체 12축 총 55축의 자유도를 가지고 있다. 얼굴과 팔은 실리콘 재질의 인공피부로 싸여있으며 그 외의 부분은 딱딱한 재질의 FRP로 싸여있다. EveR-2는 인간과 똑같이 다양한 얼굴표정(그림 3)과 동작이 가능하며 출력 음성에 동기화된 립싱크 기능을 가지고 있다. 또한 두 눈에는 소형 카메라가 장착되어있어 사람의 얼굴을 인식하고 눈을 맞추며 대화를 할 수 있다.

그림 4는 EveR-2의 S/W 구조를 보여준다. S/W는 크게 지능을 담당하는 Brain과 동작을 담당하는 Motion으로 나누어진다. Brain은 음성, 대화, 감정, 비전 모듈과 상호 정보를 주고받으며 Motion으로 동작명령을 내보낸다. Motion은 Brain으로부터 얼굴 및 몸에 대한 동작데이터를 전달받아 각 모터 제어기에 전달한다. Brain은 다른 모든 모듈과 TCP/IP로 통신하며 Motion과 모션제어기는 CAN(Control Area Network)으로 통신한다.



그림 2. 안드로이드 EveR-2

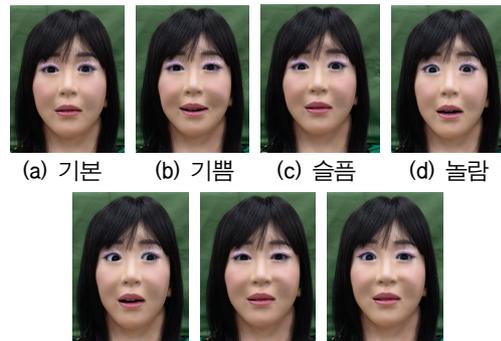


그림 3. EveR-2의 얼굴 감정표현

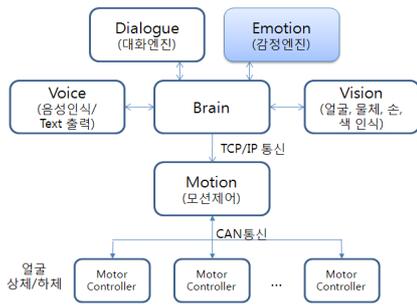


그림 4. EverR-2의 S/W 구조

4. 안드로이드의 감정모델

4.1 감정시스템 구조

감정은 감정자극에 의하여 발생하지만 감정자극이 사라진 후에도 그 감정이 어느 정도 지속된다. 이와 같이 지속되는 감정상태를 기분(mood)라고 한다^[9]. [9]에 따르면 감정은 그 영향이 미치는 시간에 따라 3가지의 계층으로 나눌 수 있다. 그것은 몇 초 또는 몇 분의 짧은 순간에 일어나는 ‘일시적 감정(momentary emotion)’과 몇 시간에서 몇 일 정도의 범위에서 나타나는 ‘기분(mood)’ 그리고 수 일 이상의 범위에서 나타나는 ‘성격(personality)’의 3계층이다.

2장의 감정공간 모델은 인간이나 로봇의 내부 감정상태를 표현할 수 있다는 점에서 매우 유용하지만 그 자체에 시간이 따라 변화하는 감정을 나타내는 개념이 들어있지 않다. 따라서 감정의 시간적 변화를 나타낼 수 있는 또 다른 모델이 필요하다. 본 연구에서는 호르몬 모델을 도입하여 감정의 시간에 따른 변화를 표현하였다.

호르몬은 감정을 나타내고 변화시키는 물질로 내분비 기관에서 분비되고 혈관을 통하여 온몸으로 전달된다. 감정에 따라 분비되는 다른 호르몬이 분비되며 각 호르몬이 생성되고 소멸하는 시간은 각기 다르다. 이점을 이용하면 자연스럽게 감정의 동적인 변화를 표현할 수 있다.

그림 5는 호르몬 모델과 쾌-각성의 2차원 감정공간모델을 융합한 감정시스템을 나타낸다. 감정시스템의 동작순서를 정리해 보면 아래와 같다.

- (1) 외부로부터 감정자극을 받는다. 이때 감정자극은 시각과 음성으로부터 들어온 데이터를 이용하여 6개의 감정으로 분류한다 ($s_0 \sim s_5$).

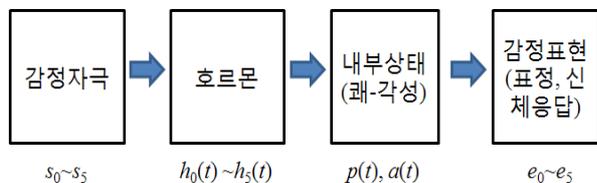


그림 5. 호르몬 및 쾌-각성 감정공간에 기반한 감정시스템

- (2) 감정값을 호르몬 농도로 변환한다. 이때 감정과 호르몬의 대응관계(그림 6)를 이용한다.
- (3) 호르몬 값을 내부상태 값으로 변환한다. 이때 호르몬과 내부상태의 대응관계(그림 8)을 이용한다.
- (4) 내부상태를 감정값으로 변환한다. 이때 그림 1의 감정 공간을 이용하여 내부상태와 가장 가까운 감정을 출력(표정과 행동으로 표현)한다.

여기에서 호르몬의 농도가 시간에 따라 변화하기 때문에 내부상태인 쾌 및 각성의 값도 시간에 따라 변화한다. 본 연구에서는 기쁨(happiness), 슬픔(sadness), 놀람(surprise), 화남(anger), 두려움(fear), 혐오(disgust)의 6개의 기본 감정을 사용하였다.

4.2 호르몬 변화

호르몬은 감정자극에 의해 내분비 기관에서 분비된다. 감정에 관련된 호르몬은 아드레날린(adrenaline), 노르아드레날린(noradrenaline), 세로토닌(serotonin), 도파민(dopamine), 엔돌핀(endorphine), 옥시토신(oxytocin) 등이 있다^[6]. 각 감정에 따라 분비(실선) 또는 억제(점선)되는 호르몬은 그림 6과 같다.

각 호르몬은 분비된 이후 다시 소멸을 하게 되는데 그 그래프는 그림 7과 같다. 호르몬이 분비되는 동안 T_1 까지 농도가 증가하고 일정시간 유지($T_1 \sim T_2$)되고 그 이후 점차 농도가 감소한다. 예를 들면 아드레날린은 감정자극이 들어올 경우 빠르게 분비되지만 자극이 소멸되면 수 분내 사라진다. 노르아드레날린 아드레날린과 유사하나 지속시간이 긴 것이 특징이다. 따라서 각 호르몬에 따라 T_1 , T_2 , T_3 의 값이 다르게 결정된다^[10].

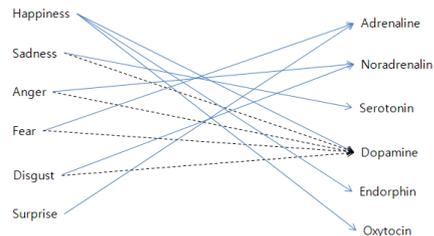


그림 6. 감정에 따라 분비/억제 되는 호르몬

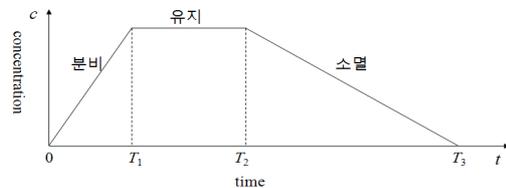


그림 7. 호르몬 농도변화 그래프

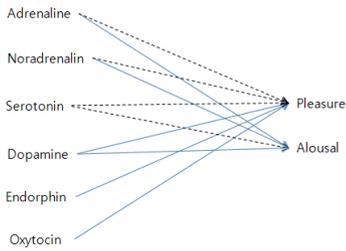


그림 8. 호르몬 및 쾌-각성 관계

출력 감정을 구하기 위해서 호르몬의 변화를 다시 내부 상태로 표현해야 한다. 내부상태는 2차원 감정공간에 따라 쾌(pleasure) 및 각성(arousal)의 두 가지 변수로 표현된다. 각 호르몬이 쾌 및 각성에 미치는 영향은 그림 8과 같다. 이때 실선은 촉진 점선은 억제를 나타낸다.

4.3 2차원 감정공간

로봇의 감정 내부상태는 그림1의 2차원 감정공간을 사용하였다. 쾌-불쾌 축과 각성-수면 축으로 이루어진 감정공간에서 다양한 감정은 그림 1과 같이 매핑될 수 있다. 이때 로봇의 내부상태는 쾌-불쾌를 나타내는 변수 $p(t)$ 와 각성-수면을 나타내는 변수 $a(t)$ 로 표현할 수 있다. $p(t)$ 와 $a(t)$ 는 시간 t 에서의 쾌 및 각성 값을 나타낸다. 쾌 및 각성값에 의해 2차원상의 한 점이 결정되면 그 점과 유클리디안 거리가 가장 가까운 점이 감정이 출력으로 결정된다.

감정모델은 그림 4의 감정엔진(Emotion 모듈)에서 구현된다. Brain모듈은 Voice, Dialogue, Vision 모듈로부터 얻은 데이터를 기반으로 감정자극을 추출하고 이를 감정엔진으로 보낸다. 감정엔진은 Brain모듈로부터 받은 감정자극을 이용해 호르몬 값 및 쾌-각성 값을 계산하고 2차원 감정공간을 참조하여 출력감정을 다시 Brain모듈로 반환한다. Brain 모듈은 이 감정을 Motion모듈에 전달하며 이때 Motion모듈은 감정에 맞는 얼굴표정 및 동작에 해당하는 모션데이터를 제어기로 내보낸다.

5. 결 론

로봇이 점차로 인간의 사회와 가정에 진출함에 따라 인간과 로봇의 상호작용이 점점 증가하고 있다. 로봇은 인간의 일을 대신하거나 정보를 알려주는 것에서 더 나아가 감정을 교류하는 일까지 수행하고 있다. 인간의 감정시스템은 다른 인간과의 관계를 가지며 발달/진화 해왔기 때문에 인간과 자연스러운 감정 교류를 위해서는 인간과 같은 구조의 감정시스템을 가질 필요가 있다.

본 연구에서는 안드로이드를 이용해 인간과 같은 감정 구조를 갖도록 인간의 생리학 및 심리학 기반 감정모델을 제안하였다. 시간에 따른 감정의 변화를 기술하기 위하여 호르몬 모델을 도입하였고 감정상태를 표현하기 위하여 쾌

-각성의 2차원 감정공간모델을 사용하였다.

차후로 본 논문에서 제안한 방법에 대한 검증방법에 대한 연구가 더 필요하며 호르몬 방정식의 표현방법 및 파라미터 결정방법에 대한 연구도 더 보완할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Minato, M. Shimada, H. Ishiguro, and S. Itakura, "Development of an android robot for studying human-robot interaction," *Innovations in Applied Artificial Intelligence; Proc. of the Seventeenth International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems (IEA/AIE)*, pp. 424-434, May 2004.
- [2] 이태근, 최무성, 김태주, 양광웅, 소병록, 이상원, 김진영, 백문홍, 이호길, "안드로이드 로봇 K-1004 개발," 2006 제어자동화시스템공학회 심포지움 (CASS 06) 논문집, pp. 15-19, 2006.
- [3] D. Hanson, "Identity emulation facial expression robots," *Proc. of AAAI*, August, 2002.
- [4] C. L. Breazeal, "Facial animation and expression," in *Designing Sociable Robots*, MIT Press, pp.157-184, 2002.
- [5] H. Miwa, K. Itoh, H. Takanobu, A. Takanishi "Development of mental model for humanoid robots," 15th CISM-IFTOMM Symposium on Robot Design, Dynamics, and Control, 2004.
- [6] R.A Wallace, G.P. Sanders, R.J. Ferl, *BIOLOGY : The Science of Life*, 3rd eds., HarperCollins Publishers Inc., 1991.
- [7] 이희승, 박지영, 박정우, 정명진, "마스코트형 로봇 얼굴의 정서-표정 공간 모델," 2006 제어 자동화시스템공학회 심포지움 (CASS 06) 논문집, pp. 28-33, 2006.
- [8] 한재현, 정찬섭 "내적상태 차원모형에 근거한 얼굴 표정 합성 시스템," *한국 인지과학회 논문지*, 제13권, 제3호, pp. 11-21, 2000.
- [9] 김종환, 한국현, 김용재, 김신, 박귀홍, 이강희, 장준수, 김용덕, "로봇의 감정모델," 인터넷 기반 퍼스널 로봇, KAIST Press, 2004.
- [10] 구광수, 임인수, "Roller Coaster에 의한 급격한 정서 변화가 스트레스 호르몬 변화에 미치는 영향," *경남체육연구*, 제8권, 제2호, pp. 53-62, 2004.



이 동 옥

- 1996 중앙대학교 제어계측공학과(공학사)
- 1998 중앙대학교 제어계측학과(공학석사)
- 2000 중앙대학교 제어계측학과(공학박사)

2004~2005 The University of Tennessee 방문연구원
 2005~현재 한국생산기술연구원 로봇기술본부 선임연구원

관심분야: 안드로이드, 감정모델, 로봇지능, 인공생명



손 응 희

- 1988 서울산업대 기계설계학과(공학사)
- 2001 한양대학교 기계설계학과(공학석사)
- 1987~1990 한국과학기술원 기계공학과 연구원

2003~현재 한국생산기술연구원 로봇기술본부 수석연구원

관심분야: 필드형로봇, 생체역학, 수송기계



이 태 근

- 2005 단국대학교 전자공학과(공학사)
- 2007 과학기술연합대학원대학교 지능형로봇공학(공학석사)

2007~현재 한국생산기술연구원 연구원

관심분야: 감정모델, 학습



백 문 홍

- 1982 서울대학교 제어공학과(공학사)
- 2001 서울대학교 제어공학과(공학석사)
- 1995 동경대학교 전기공학과(공학박사)

1996~현재 한국생산기술연구원 로봇기술본부 수석연구원

관심분야: 3차원 물체인식, 3차원 공간인지



정 준 영

- 2006 세종대학교 컴퓨터공학과(이학사)
- 2007~현재 과학기술연합대학원대학교 지능형로봇공학 석사과정

관심분야: 인공지능, 인공생명



김 흥 석

- 1980 서울대학교 전기공학과(공학사)
- 1983 서울대학교 제어계측공학과(공학석사)
- 1990 서울대학교 제어계측공학과(공학박사)

1983~1991 한국과학기술원 연구원
 1991~현재 한국생산기술연구원 지능형로봇사업단장

관심분야: 제어이론, 제어기 설계 및 평가, 시뮬레이션, 전자회로, 마이크로프로세서/DSP응용, 로봇틱스 및 S/W 개발환경



소 병 록

- 1997 한양대학교 제어계측공학과(공학사)
- 2000 한양대학교 제어계측공학과(공학석사)
- 2006 한양대학교 전자전기 제어계측공학과(공학박사)

2006~현재 한국생산기술연구원 로봇기술본부 선임연구원

관심분야: 휴머노이드 & 안드로이드 로봇의 모델링 및 제어, 여유자유도 & 병렬형 메커니즘 설계, 모델링 및 제어



이 호 길

- 1980 한양대학교 기계공학과(공학사)
- 1986 오사카대학교 제어공학과(공학석사)
- 1989 오사카대학교 로봇공학과(공학박사)

1991~현재 한국생산기술연구원 로봇종합지원센터장

관심분야: 로봇틱스 및 안드로이드